

IPv6 코어 망에서의 IPv4 노드 이동성 지원 방안

정홍중, 김동균
경북대학교 컴퓨터공학과
e-mail : hjeong@monet.knu.ac.kr,
dongkyun@knu.ac.kr

Mobility Mechanism for IPv4 Node over IPv6 Core Networks

Hong-Jong Jeong and Dongkyun Kim
*Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

요 약

IPv6 는 풍부한 주소공간, 이동성 지원, 보안기 강화, QoS 지원, 주소자동 생성 등 다양한 기능을 제공하며 IPv4 를 대신할 표준 인터넷 프로토콜로 개발되었다. 하지만 현재까지 많은 수의 IPv4 노드들이 사용되고 있어, IPv6 네트워크에서 기존의 IPv4 노드의 지원은 필수적이다. 본 논문에서는 IPv6 코어 망에서 이동성 기능이 없는 IPv4 노드의 이동성을 지원하기 위한 방안을 제안한다.

1. 서론

기존의 IPv4 기반의 네트워크의 여러 문제점들을 해결하기 위해 IPv6 기반의 네트워크로의 전환에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. IPv6 는 풍부한 주소공간, 이동성 지원, 보안기능 지원, QoS 지원, 주소자동 생성 기법 등 기존의 IPv4 에서 지적되어온 많은 문제점들을 보완 할 수 있게 설계되었다.[1] 특히나 이동성 측면에서 비교해 볼 때, IPv6 는 IPv4 에 비해 많은 장점을 지니고 있다.

특히나 최근 통신기능을 가진 소형 디바이스들의 보급이 늘어나면서 노드들의 이동성 지원에 대한 관심이 많이 늘어나고 있다. IPv6 는 프로토콜 설계단계에서 이동성에 대한 지원을 염두하고 설계되었다. 주소자동생성 기법을 통해 외부 네트워크에서 모바일 노드가 CoA 를 자동으로 생성해 낼 수 있다. 따라서, MIPv6 의 동작에서는 Foreign Agent (FA)가 필요 없게 되었다. 또한, Binding Update 를 통한 경로 최적화 기능을 IPv6 프로토콜이 내장하고 있어서, Correspondent Node (CN)와의 통신에서 HA 를 거치지 않고 직접 통신이 가능하다.[2,3] 따라서, 기존의 MIPv4 에서 발생하던 트라이앵글 라우팅과 같은 문제를 해결할 수 있다.

현재까지 IPv4 의 이동성 지원 및 IPv6 로의 전환이 활발하게 논의 되었지만, 현재까지 많은 수의 사용자 단말에서 IPv4 가 사용되고 있어 IPv6 로의 전환이 더디게 진행되고 있다. 반면 코어 네트워크의 경우 망사업자들에 의해 관리되고, 개체 수 또한 사용자 단말에 비해 작아서 IPv6 로의 전환이 순조롭게 진행되고 있다. 이렇듯 IPv6 코어망의 비율이 증가함에 따라 IPv6 망에서 기존의 IPv4 노드를 지원하기 위한 기술들이 많이 논의되었다. 하지만, 현재까지의 연구는 고정된 IPv4 노드에게 IPv6 망에서의 서비스를 지원하기 위한

연구에 한정되었다. IPv4 노드들을 IPv6 네트워크로 수용하는 과정에서 IPv4 노드들에게 이동성의 기능까지 부여한다면, 그 활용도 또한 많이 증가할 것이다. 이동성 기능을 수행하는 프로토콜 스택이 없는 IPv4 노드에 추가적인 수정이나 새로운 프로토콜의 추가 없이 노드의 이동성 지원할 수 있는 기술이 Proxy Mobile IPv4 (PMIPv4)기술이다.[4] 하지만 이러한 방법은 MIPv4 에 기반을 두고 설계되어, MIPv4 가 가진 문제점들을 그대로 가지고 있다. IPv4 및 MIPv4 가 가진 문제점들의 근본적인 해결책은 네트워크 프로토콜을 IPv6 로 전환하는 것이다. 본 논문에서는 IPv6 코어 망에서 PMIPv4 의 기능들을 사용하여 이동성 기능이 없는 IPv4 노드의 이동성을 지원하기 위한 방안을 제안한다. 또한, IPv6 Binding Update 기능을 통해 이동성 지원과정에서 경로 최적화 방안을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 PMIPv4 와 MIPv6 의 동작에 대해 간단히 살펴보고, 3 장에서는 IPv6 망에서 IPv4 노드의 이동성 지원 방안에 대해 살펴본다. 그리고 마지막 4 장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 Proxy Mobile IPv4

Mobile IPv4 (MIPv4)는 IPv4 노드의 이동성을 지원하기 위한 표준 프로토콜이다.[2] MIPv4 프로토콜 스택을 보유한 Mobile Node (MN)가 홈 네트워크를 떠나 다른 외부 네트워크로 이동 한 경우, Home Agent (HA)에 Foreign Agent (FA)가 MN 의 Care-of-Address (CoA)를 등록하여 자신의 Home Address (HoA)로 수신된 패킷들을 전달 받는다.

하지만, MIPv4 프로토콜을 사용하여 노드들의 이동성을 지원하기 위해서는 모든 MN 들이 MIPv4 프로토콜 스택을 설치해야 한다는 제약이 있다. MIPv4 프로

토콜 스택이 없는 일반적인 IPv4 노드들의 이동성을 지원하기 위해 제안된 방법이 Proxy MIPv4 (PMIPv4) 프로토콜이다.[4] PMIPv4 프로토콜은 네트워크 요소(entity)들이 노드의 이동성을 지원하기 위한 기능들을 수행한다.

하지만 MIPv4 와 PMIPv4 프로토콜들은 IPv4 의 근본적인 문제로 인해 비효율적인 동작을 수행한다. 홈 네트워크를 떠난 MN 과 CN 간의 통신에서 CN 이 MN 에게 보낸 패킷들은 HA 를 거쳐 추가적인 헤더를 붙인 터널링 과정을 통해 MN 에게 전달된다.

2.2 MIPv6

IPv6 를 설계할 당시부터 이동성을 고려하였고, 그 결과 Mobile IPv6 (MIPv6) 는 기존의 MIPv4 에 비해 효율적인 동작을 수행한다.[3]

MIPv6 에서 MN 은 홈 네트워크를 떠나 외부 네트워크를 방문하면, Router Advertisement 메시지를 수신하여 방문한 네트워크에서 사용할 임시 주소인 CoA 를 자동으로 생성하고, 이를 HA 에 등록한다. 그리고, MN 과 CN 과의 통신에서 Binding Update 기능을 사용하여 경로 최적화를 수행하여, HA 를 거치지 않고 패킷의 송수신이 가능하도록 설계되었다.

3. IPv6 망에서의 IPv4 노드의 이동성 지원

IPv4 주소체계를 기반으로 한 이동성 지원 프로토콜인 Mobile IPv4 (MIPv4) 및 Proxy Mobile IPv4 (PMIPv4) 기법들은 CN 에서 MN 로 패킷 전송시 HA 와 FA 간의 터널링으로 인한 오버헤드가 발생한다. 하지만 IPv4 의 문제점을 개선하기 위해 새롭게 설계되거나 IPv6 는 프로토콜 자체에서 이동성을 지원할 뿐만 아니라 경로 최적화에 대한 설계까지 반영이 되어있다. 따라서 IPv4 망에서 노드들의 이동성을 지원하기 위한 기법들에서 나타난 많은 문제점들이 IPv6 망으로 옮겨가는 과정에서 자연스럽게 해결될 수 있다. 이러한 관점에서, 본 논문에서 이동성 기능이 없는 IPv4 노드가 IPv6 망에서 이동성을 지원받을 수 있는 방법을 제안한다.

IPv4 네트워크에서 이동성에 대한 기능이 없는 노드의 이동성을 지원하기 위해 제안된 방법이 PMIPv4 이다. PMIPv4 의 대표적인 문제점이 MS 가 홈 네트워크를 떠나 있을 때, CN 으로부터의 패킷을 전달할 때 HA 와 MPA 간의 터널링 오버헤드이다. 터널링을 위해 추가적인 헤더를 사용하여 전송 효율을 떨어뜨리게 되고, MN 와 CN 간의 직접적인 경로가 아닌 HA 를 거치는 우회 경로를 사용함으로써 망 자원을 낭비하게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 IPv6 기반의 새로운 PMIPv4 를 제안한다. 이 이동성 기법은 이동성 기능이 없는 IPv4 노드의 이동성 지원을 위해 네트워크 내부의 노드들이 MIPv6 프로토콜을 사용하여 IPv4 노드의 이동성을 지원한다.

본 논문에서 제안하는 이동성 프로토콜은 다음의 네트워크 요소들로 구성된다.

- Mobility Station (MS) : 일반적인 IPv4 노드로서 Mobile IPv4 프로토콜이 없어 이동성에 관련된 기능을 수행할 수 없다.
- Mobility Proxy Agent (MPA): Mobile Station 을 위해 이동성 기능 및 IPv6-IPv4 주소 변환 기능을 제공하는 네트워크 내부의 장치이다.
- MPA-CoA (MPA-Care of Address): MN 이 외부 네트워크에서 CN 과의 직접적인 통신을 위해 임시로 할당 받은 IPv6 주소이다. IPv6 코어 망에서 MS 의 패킷은 MPA-CoA 주소를 사용하여 전달된다.

그림 1 은 IPv6 기반의 PMIPv4 동작 구조를 나타낸 그림이다. 전체 네트워크는 MS-MPA 구간과 내부 IPv6 네트워크 두 구간으로 나뉜다. 먼저, MS-MPA 구간은 IPv4 를 사용하여 MS 와 MPA 간의 패킷 전송한다. 그리고, IPv6 코어 네트워크 구간은 IPv6 주소를 사용하여 MS 와 CN 이 위치한 네트워크의 MPA 간의 패킷 전송한다.

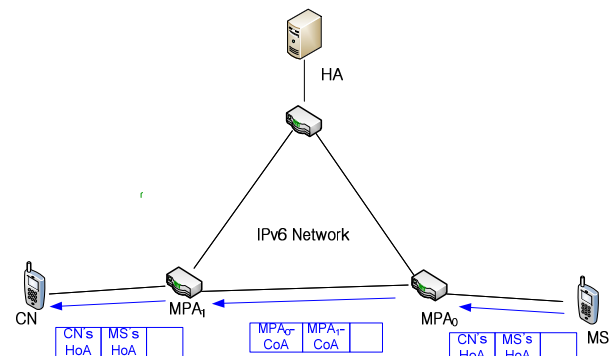


그림 1. IPv6 기반의 PMIPv4 네트워크 구조

3.1 패킷 전달과정

MS 와 CN 은 IPv4 를 사용하는 노드들로서 이들이 전송한 IPv4 패킷은 각 네트워크의 MPA 를 통해서 IPv6 패킷으로 변환된다. MPA 는 MIPv6 의 Binding Update 과정을 통해 상대방 노드의 MPA-CoA 주소를 획득 할 수 있고, 이 MPA-CoA 를 통해 HA 를 거치지 않고 두 MPA 간의 직접적인 패킷 전송이 가능하다.

MPA 는 네트워크 하부의 MS 와 CN 의 IPv6 주소인 MPA₀-CoA 와 MPA₁-CoA 를 생성한다. 이 주소의 생성 방법에 대해서는 3.3절에서 설명한다. CN 의 IPv4 주소인 HoA_{CN} 로 전송한 패킷이 MPA₁ 를 통해서 IPv6 주소인 MPA-CoA_{CN} 으로 변환된다. 변환된 IPv6 패킷은 내부 IPv6 네트워크를 통해서 MS 가 위치한 MPA₀ 로 전달된다. MPA₀ 는 MPA₁ 에서 수신한 패킷의 IPv6 주소를 IPv4 주소로 변환하여 MS 에게 전달한다.

3.2 노드의 이동성 지원

본 절에서는 MS 가 홈 네트워크를 떠나 다른 외부 네트워크로 이동했을 때의 이동성 지원을 과정들을 설명한다. 그림 2는 MS 가 MPA 하부의 네트워크로 이동하여 MPA 가 MS 의 HA 에 MS 의 이동을 등록하는 과정을 나타낸 그림이다. 먼저 MS 가 MPA₀ 와 L2

계층의 연결을 성립하고, AAA 메시지를 통해 MS 가 네트워크에 접근 가능한 노드인지 여부를 판단한다. 이 과정에서 MS 의 HA 주소를 얻어올 수 있다. L2 계층의 연결이 끝난 후, MS 는 IP 주소를 얻기 위하여 DHCP 동작을 시작한다. DHCPDISCOVERY 메시지를 받은 MPA 는 HA 에 MPA 의 주소를 MS 의 CoA 로 기입한 Registration request 메시지를 전달한다. 그에 대한 응답으로 HA 는 MS 가 홈 네트워크에서 사용하던 IPv4 HoA 를 Registration reply 메시지에 담아 전송한다. MPA 는 MS 의 HoA 를 사용하여 MS 의 IPv6 용 MPA-CoA 를 생성한다. MS 에는 홈 네트워크에서 사용하던 IPv4 주소를 그대로 할당하기 위해 HoA 를 DHCPPOFFER 메시지에 담아 MS 에게 응답하여, MS 는 기존의 HoA 를 계속 사용하게 된다.

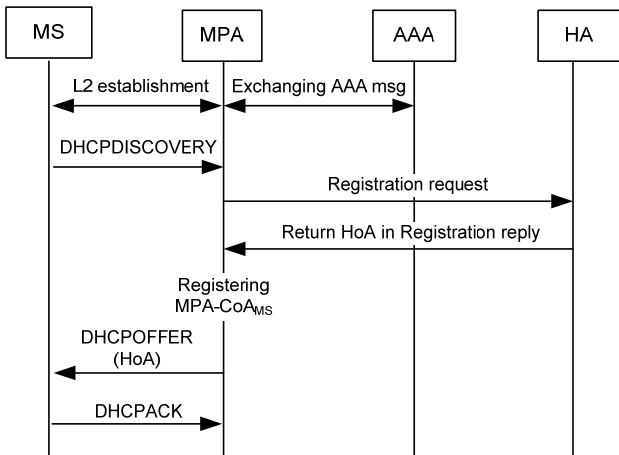


그림 2. MPA 등록과정

CN 이 홈 네트워크를 떠나 있는 MS 에게 패킷을 전달하는 경우 HA 가 MS 의 패킷을 가로채 MS 가 현재 머무르고 있는 MPA 까지 터널링을 통해 패킷을 전달한다. 하지만 이후의 패킷 전송은 CN 과 MS 가 속한 MPA 간의 경로최적화를 통해 두 MPA 간 직접 패킷을 전송한다.

그림 3 에서는 MPA 간의 Binding Update 기능을 이용한 경로 최적화를 위한 메시지 교환 예제를 나타낸다. CN 이 MS 에게 패킷을 전달하고, CN 와 MS 가 위치한 MPA 간의 Binding Update 과정을 통해 경로를 최적화 하는 과정을 나타낸다. MPA 노드들은 MIPv6 프로토콜을 내장하고 있으므로 MIPv6 에서 기본적으로 제공하는 기능인 Binding Update 를 사용하여 HA 를 거치지 않고, MPA 간의 직접 통신이 가능하다.

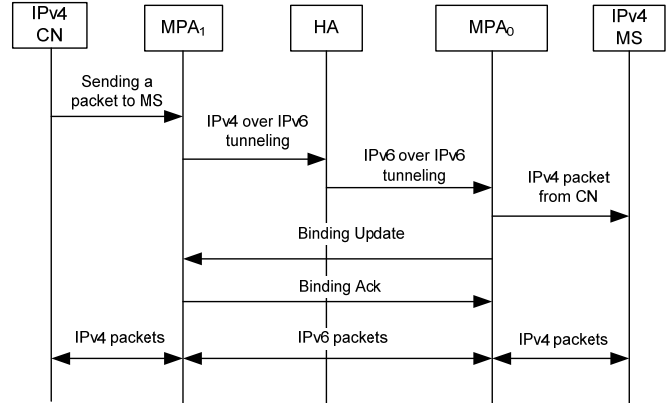


그림 3. Binding Update 수행 과정

3.3 IPv4-IPv6 주소 변환

MPA 는 MS 의 IPv6 MPA-CoA₀ 를 생성하기 위하여, 라우팅 가능한 글로벌 IPv6 프리픽스와 MS 의 IPv4 HoA 를 이용하여 유일한 IPv6 주소를 생성한다. 본 논문에서는 ISATAP[5] 기법을 사용하여 MS 의 CoA 를 생성한다. MPA 는 MS 에 할당할 64-bit 의 글로벌 IPv6 프리픽스([prefix])와 MS 의 IPv4 주소(w.x.y.z)를 사용하여 [prefix]::0:5EFE:w.x.y.z. 와 같은 포맷의 IPv6 주소를 생성한다.

4. 결론

IPv4 및 MIPv4 의 비효율적인 동작을 개선하기 위하여 IPv6 와 MIPv6 프로토콜이 제안되었다. 하지만 현재 많은 수의 IPv4 노드가 사용되고 있어서, 향후 IPv6 네트워크에서도 IPv4 노드의 지속적인 지원은 필수적이다. 또한, 소형 이동 단말들의 사용 확대로 일반적인 IPv4 노드의 패킷전달 뿐만 아니라 이동성 지원을 위한 기능도 요구되고 있다.

본 논문에서는 IPv6 코어 네트워크에서 Proxy Mobile IPv4 의 기능을 사용하여 이동성 기능이 없는 IPv4 노드의 이동성 지원 방안을 지원하는 방안을 제안하였다. 뿐만 아니라 IPv6 코어 네트워크의 Binding Update 기능을 사용하여 MS 와 CN 의 간의 패킷전달의 라우팅 경로 최적화 방안을 제안하였다.

참고문헌

- [1] Understanding IPv6, Microsoft.
- [2] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," RFC3344, IETF, August 2002
- [3] D. Johnson, C. Perkins, and J. Arkko "Mobility Support in IPv6," RFC3775, IETF, June 2004
- [4] K. Leung, G. Dommety, P. Yegani, and K. Chowdhury, "Mobility Management using Proxy Mobile IPv4," IETF Internet-Draft, draft-leung-mip4-proxy-mode-02.txt
- [5] www.vsix.net